

Научная статья
УДК 597.2
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-61-67>
EDN BUEXAK

Основы цифровой модели серебряного карася

Виктор Викторович Шумак

*Полесский государственный университет,
Пинск, Республика Беларусь, vshumak@yandex.ru*

Аннотация. Современное развитие науки и техники позволяет разработать комплекс методических подходов к созданию цифровых моделей и компьютерных программ, способствующих производственному освоению как новых, так и традиционных объектов рыбоводства на базе детального изучения их биологических особенностей в качестве объектов культивирования. Представлена разработка и обоснование подходов к широкому внедрению цифровой трансформации в ихтиологию и аквакультуру для повышения эффективности изучения особенностей рыб в естественной среде и рационального ведения рыбохозяйственной деятельности. Изучен объем рыбы на примере модели формы тела серебряного карася с использованием морфометрических данных в виде суммы двух эллиптических конусов или суммы половин двух эллипсоидов. Отмечено, что отношение измеренного объема тела серебряного карася к расчетному объему по модели суммы половин двух эллипсоидов по полученным показателям приближалось к значению 0,9. Это значение на 90 % удовлетворяло исследуемой модели, определяло нормальное развитие серебряного карася, выращиваемого в условиях участка Дубое ОАО «Рыбхоз "Полесье"». Предлагается ввести обезличенную форму представления данных по отдельному виду рыбы, которая имеет общее начало и может быть легко представлена для любого другого вида рыбы. Получили, что в виде исследуемой «единицы» может быть использовано расстояние от конца рыла до конца чешуйного покрова, а при отсутствии чешуи – до основания лучей хвостового плавника. Исследования дали сумму отношений и показали тенденцию ее роста от 1,640 до значений 2,077.

Ключевые слова: серебряный карась, ширина, высота, длина тела, форма тела, модель

Для цитирования: Шумак В. В. Основы цифровой модели серебряного карася // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2024. № 4. С. 61–67. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-61-67>. EDN BUEXAK.

Original article

The basics of the silver carp digital model

Victor V. Shumak

*Polesky State University,
Pinsk, Republic of Belarus, vshumak@yandex.ru*

Abstract. At the present stage of the development of science and technology, a set of methodological approaches to the creation of digital models and computer programs that contribute to the production development of both new and traditional fish farming facilities based on a detailed study of their biological characteristics as objects of cultivation is to be developed. The development and justification of approaches to the widespread introduction of digital transformation into ichthyology and aquaculture to improve the effectiveness of the study and rational management of fisheries activities using is presented. The volume of fish was studied using the example of a silver carp body shape model using morphometric data in the form of the sum of two elliptical cones or the sum of the halves of two ellipsoids. It was noted that the ratio of the measured body volume of the silver carp to the calculated volume according to the model of the sum of the halves of two ellipsoids according to the obtained indicators approached the values of 0.9. This value satisfied the studied model by 90%, determined the normal development of silver carp grown in the conditions of the Duboe site of JSC Polesie Fish Farm. It is proposed to introduce an impersonal form of data presentation for a particular type of fish, which has a common origin and can be easily represented for any other type of fish. It was found that the distance from the end of the snout to the end of the scaly cover, and in the absence of scales to the base of the rays of the caudal fin, can be used as the studied "unit". Studies have given the sum of the ratios, and have shown a tendency for its growth from 1.640 to 2.077 values.

Keywords: silver carp, width, height, body length, body shape, model

For citation: Shumak V. V. The basics of the silver carp digital model. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2024;4:61-67. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-61-67>. EDN BUEXAK.

Введение

Новые подходы в исследовании рыб позволят получить дополнительную информацию, преобразовать ее и представить в необходимом виде, т. е. из показателей, доступных наблюдению, можно сделать выводы об их новой интерпретации, недоступной ранее, с новой степенью изложения и детализации.

Рыбы широко и разнообразно представлены в животном мире. Численность описанных современных видов надкласса Рыбы составляет около 26 500 [1]. В процессе длительного исторического развития рыбы приспособились к многообразию водной среды, приобрели различные формы и окраску, развили или утратили многие специфические органы [2, 3].

В разработке моделей в ихтиологии и аквакультуре должно быть заложено то, что в каждом конкретном случае создается цифровой математический алгоритм, описывающий в образе модели форму тела отдельного вида рыбы. Подбор необходимых показателей должен учитывать в каждом конкретном случае морфометрические особенности, которые могут быть заложены в основу математической модели. Подбирая показатели, которые могут быть использованы как исходные данные, нужные для разработки цифровой математической модели, очевидно, что не следует входить во все тонкости морфологии исследуемого вида рыбы, строить очень детализированную модель, направленную на подробную и слишком точную интерпретацию собранного материала. Принимали за методическую основу необходимость выбирать и использовать для описания формы тела вида рыбы не слишком подробные варианты модели, но соответствующие всем видам и имеющие явные морфометрические особенности. Математическая модель должна отражать важнейшие черты организации формы тела отдельного вида рыбы, все существенные факторы, которые задают основу ее цифровизации. Разрабатываемая модель должна быть максимально простой, без массы второстепенных показателей. Детальный учет всех показателей усложнит проведение математического анализа и не даст возможности разработать легко воспроизводимую модель с доступными результатами исследования.

Цифровая реализация формы тела рыбы позволит обеспечить учет ее основных морфологических показателей в процессе всего онтогенеза. Цифровая модель формы тела рыбы позволит ввести дистанционный контроль за накоплением и реализацией динамических изменений во время товарного выращивания или обеспечения чисто ихтиологических исследований в естественной среде.

Цель исследований, представленных в статье, – разработка и обоснование подходов к широкому внедрению цифровой трансформации в ихтиологию и аквакультуру для повышения эффективности изучения и рационального ведения рыбохозяй-

ственной деятельности на примере цифровой модели серебряного карася.

Объектом исследований являлись сеголетки, двухлетки и трехлетки серебряного карася. Предметом исследования являлись их морфометрические особенности, которые позволили разработать подходы цифровой трансформации для выражения показателей измерения рыбы по собранным данным в новых аспектах, отражающих возможности их идентификации на уровне современного научно-технического развития общества.

Материал и методы исследования

Выделяя наиболее распространенные группы рыб по форме тела, отмечают для товарного выращивания те варианты, которые обеспечивают развитие самых высоких показателей по продуктивности. По развитию мышечной массы наиболее распространены такие формы, как торпедовидная, стреловидная, угревидная и плоская.

Тело рыбы внешне расчленяется на голову, туловище и хвост, за условные границы которых принимают наружную жаберную щель и местоположение заднепроходного (анального) отверстия. Для регулирования положения тела служат плавники: парные грудные и брюшные и непарные спинной (их бывает от 1 до 3), хвостовой и анальный. Основной орган движения – хвост [2].

Сбор и обработка исследовательских данных проводились по общепринятым методикам [4, 5].

Особую роль играют морфофизиологические показатели, которые характеризуют каждый вид рыбы. При использовании морфологических показателей в качестве используемого материала для систематики рыб или для ведения селекционно-племенной работы всегда проводились наблюдения за необходимым набором данных – как пластических, так и меристических [6].

Пластические признаки включают измерения:

- длины тела l – от вершины рыла до конца чешуйного покрова, а при отсутствии чешуи до основания лучей хвостового плавника или развилки;
- длины тела L – от вершины рыла до конца хвостового плавника;
- рыла – расстояния от конца морды до переднего края глаза;
- хвостового стебля – расстояния от вертикали конца основания анального плавника до конца чешуйного покрова, а при отсутствии чешуи до основания лучей хвостового плавника или развилки.

В селекционно-племенной работе уделяют особое внимание получению показателей, характеризующих телосложение рыб, для этого определяют:

- массу рыбы M , г;
- длину тела l ;
- наибольшую высоту тела B ;
- наибольшую ширину тела A ;
- наибольший обхват тела O .

На основании полученных данных рассчитывают соответствующие селекционные индексы:

- коэффициент высокоспинности: $K_B = (B / l) \times 100 \%$;
- коэффициент широкоспинности: $K_A = (A / l) \times 100 \%$;
- коэффициент относительного обхвата тела: $K_O = (O / l) \times 100 \%$;

Добавили к этим показателям расчет отношения расстояния от вершины рыла до вертикали перед основанием спинного плавника к общей длине рыбы (от вершины рыла до начала лучей хвостового плавника): $K_{об} = (l_1 / l) \cdot 100 \%$.

Если индексы рассчитываются без перевода в проценты, то они не имеют размерности, выражены в долях от единицы, нормированные коэффициенты.

Представили условно форму тела рыбы как два эллипсоидных конуса, которые имеют общее основание в самом широком и высоком месте особи.

Высота первого конуса соответствует расстоянию от вершины рыла до вертикали, служащей основанием конуса в самом широком и высоком месте особи. Высота второго конуса соответствует расстоянию от вертикали, служащей основанием конуса в самом широком и высоком месте особи, до конца чешуйного покрова, а при отсутствии чешуи до основания лучей хвостового плавника.

Объем эллиптического конуса $V_{эл.к}$ рассчитывается по формуле

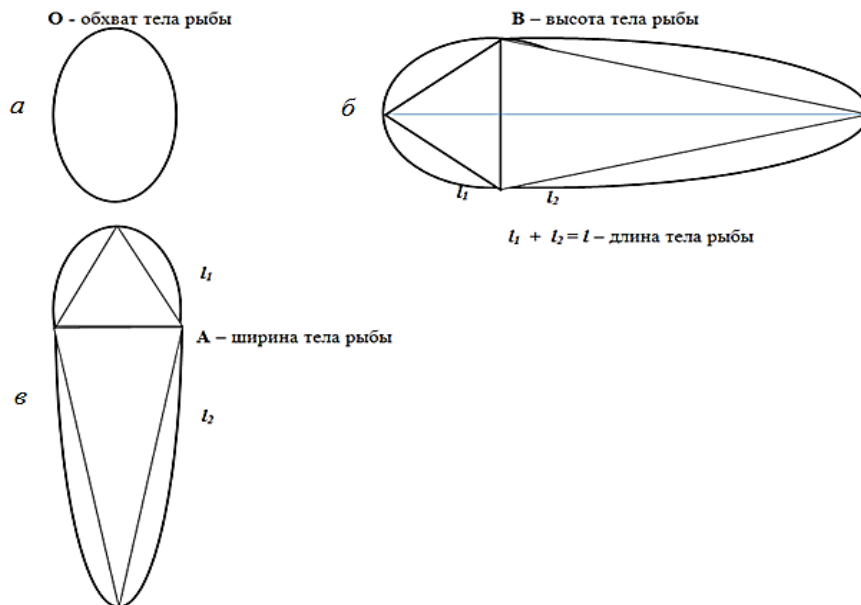
$$V_{эл.к} = (1 / 3)(\pi a v H),$$

где π – значение отношения длины окружности с радиусом l к ее радиусу; a – малый радиус эллипса; v – большой радиус эллипса; H – высота эллипса [7].

Выражая объемную модель формы тела рыбы через сумму объемов двух эллиптических конусов $V_{р1}$, для проведения расчетов получили следующую формулу:

$$V_{р1} = (1 / 3)(\pi a v l_1) + (1 / 3)(\pi a v l_2) = (1 / 3)(\pi a v l),$$

где a – малый радиус эллипса, или половина ширины тела A ; v – большой радиус эллипса, или половина высоты тела B ; l_1 – расстояние от вершины рыла до вертикали перед основанием спинного плавника, т. е. высота первого эллипса; l_2 соответствует расстоянию от вертикали перед основанием спинного плавника до начала лучей хвостового плавника, т. е. высота второго эллипса; l – сумма двух значений высоты эллипса, или общая длина рыбы от вершины рыла до начала лучей хвостового плавника, считая по середине тела (рис.).



Модель формы тела рыбы в виде суммы двух эллиптических конусов или суммы половин двух эллипсоидов: а – вид спереди; б – вид слева; в – вид сверху

A model of the body shape of a fish in the form of the sum of two elliptical cones or the sum of the halves of two ellipsoids: а – front view; б – left view; в – top view

Значение a – малый радиус эллипса – будет соответствовать половине наибольшей ширины тела, тогда как значение v – большой радиус эллипса – будет соответствовать половине наибольшей высоты тела. Сумма значений l_1 и l_2 позволит перейти

к расчетам одного объема в виде суммы двух объемов эллипсоидного конуса с использованием общей длины рыбы l .

Также была изучена возможность перехода к расчетам объема эллипсоида $V_{эс}$ по формуле

$$V_{3c} = (4/3)(\pi a b H),$$

где a – малый радиус эллипсоида; b – большой радиус эллипсоида; H – высота эллипсоида [7].

Разбивали модель тела рыбы также на два эллипсоида с их разделением, каждого на две равные половины, по самому высокому и широкому месту тела рыбы (см. рис.).

Выразили объемную модель рыбы через сумму двух половин объемов двух эллипсоидов V_{p2} и для проведения расчетов получили следующую формулу:

$$V_{p2} = (4/3)(\pi a b l_1)(1/2) + (4/3)(\pi a b l_2)(1/2) = (2/3)(\pi a b l),$$

где a – малый радиус эллипса, или половина ширины тела A ; b – большой радиус эллипса, или половина высоты тела B ; l_1 – расстояние от вершины рыла до вертикали перед основанием спинного плавника, по середине тела, соответствует значению половины высоты первого эллипсоида; l_2 – расстояние от вертикали перед основанием спинного плавника до начала лучей хвостового плавника, соответствует значению высоты второго эллипсоида; l – сумма двух половин значений высоты для двух эллипсоидов, или общая длина рыбы от вершины рыла до начала лучей хвостового плавника.

В то же время было необходимо представить в виде формулы по отдельному биологическому виду, для определения именно его особенностей в универсальном значении одного целого через систему отношений морфометрических показателей:

$$(l_1/l) + (A/l) + (B/l) + (O/l) = X, \quad (1)$$

где X – сумма индексов, сумма всех значений исследуемых отношений, без единиц измерения.

Выражали значение X через 100 %, как единого целого в отношении отдельного вида, сумму данных показателей: (l_1/l) , (A/l) , (B/l) , (O/l) , которые имеют в знаменателе одно и то же значение общей длины рыбы от вершины рыла до начала лучей хвостового плавника:

$$(l_1 + A + B + O) / l = 100 \%, \quad (2)$$

Исходный материал по серебряному карасю был собран в ходе исследований по результатам лова на водоемах Брестской области Республики Беларусь в 2023 г., представлены возрастные группы сеголетка, двухлетка и трехлетка, по 30 экземпляров в каждой возрастной группе, его штучная масса и чешуя. Выборка формировалась по способу случайного бесповторного отбора. Определялись средняя арифметическая и средняя ошибка.

Подобные периодические исследования биометрических показателей проводятся с разными целями как для изучения морфометрических особенностей рыбы, так и для дальнейшего обоснования геометрических характеристик сетного полотна [8–11].

Измерения объема проводились при температуре 20 °С с использованием мерных сосудов с градуировкой 1 мл, мерным объемом 100 и 500 мл, изготовленных по ГОСТ 1770-74.

Метрические данные собирались с использованием электронного штангенциркуля MASTERHAND (Китай) с точностью 0,1 мм.

Определение массы рыбы проводилось с точностью до 0,01 г с помощью весов марки ScoutPro SPS402F фирмы Ohaus (США).

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам анализа полученных формул можно отметить, что объем тела рыбы может меняться в принципе вдвое при наличии двух лимитирующих значений. Первое лимитирующее минимальное значение выражено через объемную модель рыбы посредством суммы двух объемов двух эллиптических конусов V_{p1} . Второе лимитирующее максимальное значение выражено через объемную модель рыбы посредством суммы двух половин объемов двух эллипсоидов V_{p2} .

Собранные материалы по измеренному объему тела V_i и проведенные расчеты V_{p1} , V_{p2} представлены в табл. 1, также провели расчеты по тому, что измеренный объем V_i приближается к расчетным значениям V_{p1} или V_{p2} .

Таблица 1

Table 1

Морфометрические показатели серебряного карася, 2023 г.

Morphometric indicators of the silver carp, 2023

Возраст	Длина l , см	Длина радиуса по оси Z l_1 , см	Ширина A , см	Высота B , см	Охват O , см	Объем V_i , см ³	Объем V_{p1} , см ³	Объем V_{p2} , см ³	V_i / V_{p1}	V_i / V_{p2}
0+	8,06 ± 0,67	3,48 ± 0,43	1,30 ± 0,21	2,75 ± 0,25	5,80 ± 0,61	13,8 ± 0,32	7,55	15,10	1,828	0,914
1+	12,86 ± 0,52	5,50 ± 0,22	2,83 ± 0,08	5,65 ± 0,09	12,53 ± 0,17	94,2 ± 0,19	53,93	107,87	1,747	0,874
2+	13,67 ± 0,62	5,91 ± 0,41	3,01 ± 0,12	5,95 ± 0,24	13,52 ± 0,62	113,8 ± 0,41	64,27	128,54	1,771	0,885

Фактическое значение объема тела серебряного карася отражало с достаточной степенью приближения состояние рыбы по результатам исследований. Отмечено достаточно большое отклонение измеренного объема тела рыбы от расчетного объема по модели эллипсоидных конусов V_{p1} (около 1,8), что определяло бы более уплощенную форму тела рыбы. Приближение к этой модели указывало бы на истощенное, дистрофическое состояние организма изучаемой рыбы.

Приближение измеренного объема тела серебря-

ного карася к расчетному объему по модели суммы половин двух эллипсоидов V_{p2} определяло достаточно округлую, упитанную форму тела рыбы и отражало развитие и половое созревание. Показатели приближались к значениям 0,9, или около 90 % соответствия.

Провели изучение отношений измерений, приведенных к длине рыбы от вершины рыла до начала лучей хвостового плавника, по средним значениям каждой изученной возрастной группы серебряного карася и представили их значения в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Морфометрические показатели серебряного карася, приведенные к длине его тела, 2023 г.

Morphometric indicators of the silver carp, relative to the length of its body, 2023

Возраст	Длина l , см	Длина l_1 , см	l_1 / l	Ширина A , см	A / l	Высота B , см	B / l	Охват O , см	O / l
0+	$8,06 \pm 0,67$	$3,38 \pm 0,43$	0,419	$1,30 \pm 0,21$	0,161	$2,75 \pm 0,25$	0,341	$5,80 \pm 0,61$	0,719
1+	$12,86 \pm 0,52$	$5,50 \pm 0,22$	0,427	$2,83 \pm 0,08$	0,221	$5,65 \pm 0,09$	0,439	$12,53 \pm 0,17$	0,975
2+	$13,67 \pm 0,62$	$5,91 \pm 0,41$	0,432	$3,01 \pm 0,12$	0,221	$5,95 \pm 0,24$	0,435	$13,52 \pm 0,62$	0,989

Представили в виде формулы (1) по видовому определению особей сеголетка серебряного карася как одно целое, через систему отношений морфометрических показателей, изучая их сумму по данным табл. 2.

Или рассчитали именно в полученных значениях для сеголетка серебряного карася:

$$0,419 + 0,161 + 0,341 + 0,719 = 1,640.$$

Через решение системы пропорций определили: $(l_1 / l) = 0,419$ – это x , $1,640$ – это 100 %, тогда $(0,419 \cdot 100) / 1,640 = 25,55$ %.

Соответственно, остальные отношения рассчитаны:

$$(A / l) = 0,161, \text{ или } 9,82 \%;$$

$$(B / l) = 0,341, \text{ или } 20,79 \%;$$

$$(O / l) = 0,719, \text{ или } 43,84 \%.$$

Или реализовали формулу (2), представили в долях средних значений по данным из табл. 2, выраженных в процентах для сеголетка серебряного карася:

$$25,55 \% + 9,82 \% + 20,79 \% + 43,84 \% = 100 \%.$$

Также представили в виде формулы (1) по видовому определению особей двухлетка и трехлетка серебряного карася как одного целого в виде формулы (2), через систему отношений морфометрических показателей изучая их сумму, по данным составили табл. 3.

Таблица 3

Table 3

Морфометрические показатели серебряного карася, отражающие его данные как единого целого, 2023 г.

Morphometric indicators of the silver carp, reflecting the data on it as a single entity, 2023

Возраст	l_1 / l	$l_1 / l, \%$	A / l	$A / l, \%$	B / l	$B / l, \%$	O / l	$O / l, \%$	Всего	Всего, %
0+	0,419	25,55	0,161	9,82	0,341	20,79	0,719	43,84	1,640	100
1+	0,427	20,71	0,221	10,72	0,439	21,29	0,975	47,28	2,062	100
2+	0,432	20,80	0,221	10,64	0,435	20,94	0,989	47,62	2,077	100

Данный прием позволил унифицировать все значения, обезличить их сущность в выражении именно в единицах длины, по формуле (2). За приведенную ко всем условиям единицу принимали длину

рыбы от вершины рыла до начала лучей хвостового плавника, используемую в знаменателе для любых вычислений отношений именно по этой особи, по этим средним значениям. Все, что было получено

в числителе, тоже может представлять собой в сумме единицу, для того чтобы иметь возможность вычислить частную долю изученных отношений в частях от единицы, или, что проще для восприятия, в процентах по формуле (2). Соизмеряли, таким образом, данные числителя и знаменателя, получали обезличенную форму представления данных по отдельному виду рыбы в виде исследуемой «единицы», которую можно назвать «морфологическим паспортом» – выражением, отражающим особенности изученных особей данного вида рыбы.

В итоге получили возможность представить, как изменяется форма тела серебряного карася по мере его развития и созревания в условиях участка Дубое ОАО «Рыбхоз "Полесье"». Отмечено половое созревание серебряного карася в 2 года. Так, накапливались показатели в числителе по отношению к знаменателю, т. е. по отношению к длине рыбы до начала лучей хвостового плавника. Отмечено перераспределение по табл. 3 в процентном выражении значений по отношению l_1 / l у сеголетка серебряного карася на значения по отношению O / l у двухлетка и трехлетка.

Заключение

Получена обезличенная форма представления данных по отдельному виду рыбы в виде исследуемой «единицы» – от конца рыла до конца чешуйного покрова, а при отсутствии чешуи до основания лучей хвостового плавника.

Получили, что, начиная с сеголетка серебряного карася, сумма отношений имела 1,640 и возрастала до значений 2,077 у трехлетка. При этом было отмечено перераспределение значений в процентном выражении по отношению отмечавшегося расстояния l_1 к длине l у сеголетка серебряного карася на значения по отношению обхвата O к длине l у двухлетка и трехлетка, что очевидно указывало на развитие и рост гонад.

Изучено отношение измеренного объема тела серебряного карася к расчетному объему по модели суммы половин двух эллипсоидов, которое по показателям приближалось к значениям 0,9, что определяло достаточно округлую, упитанную форму тела рыбы, отражало нормальное развитие и половое созревание особей серебряного карася в 2 года.

Список источников

1. Берни Д. Животные. М.: Астрель; АСТ, 2002. 624 с.
2. Мамонтова Р. П., Котляр О. А. Курс лекций по ихтиологии. М.: Колос, 2007. 592 с.
3. Моисеев П. А., Азизова Н. А., Куранова И. И. Ихтиология. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. 384 с.
4. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
5. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск: Выш. шк., 1973. 412 с.
6. Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987. 520 с.
7. Пищулина И. Я., Кукушкина Е. В. Поверхности второго порядка: учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УрФУ, 2012. 166 с.
8. Иванова З. А. Рыбы степной зоны Алтайского края. Барнаул: Алтайс. книж. изд-во, 1962. 146 с.
9. Шаповалова О. Н., Малых К. М., Норинов Е. Г. Зависимость максимального обхвата тела тихоокеанских лососей от их длины // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2010. Вып. 22. С. 194–200.
10. Кириллова Е. А. Воспроизводство, биометрические характеристики горбуши и влияние промысла на динамику ее подходов в южной части северо-восточного побережья острова Сахалин в 2021 г. // Тр. ВНИРО. 2023. Т. 193. С. 40–55.
11. Стрельникова А. П., Столбунов И. А., Жгарева Н. Н., Шляпкин И. В. Размерно-массовая характеристика и питание молоди обыкновенного пескаря *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) в некоторых реках бассейна Верхней и Средней Волги // Вестн. Астрахан. гос. ун-та. Сер.: Рыбное хозяйство. 2016. № 3. С. 7–15.

References

1. Bernie D. *Zhivotnye* [Animals]. Moscow, Astrel', AST Publ., 2002. 624 p.
2. Mamontova R. P., Kotlyar O. A. *Kurs lekcij po ihtologii* [A course of lectures on ichthyology]. Moscow, Kolos Publ., 2007. 592 p.
3. Moiseev P. A., Azizova N. A., Kuranova I. I. *Ihtologiya* [Ichthyology]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1981. 384 p.
4. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [A guide to the study of fish]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.
5. Rokickij P. F. *Biologicheskaya statistika* [Biological statistics]. Minsk, Vysshaya shkola Publ., 1973. 412 p.
6. Kirpichnikov V. S. *Genetika i selekciya ryb* [Genetics and breeding of fish]. Leningrad, Nauka Publ., 1987. 520 p.
7. Pishchulina I. Ya., Kukushkina E. V. *Poverhnosti vtorogo porjadka: uchebnoe posobie* [Second-order surfaces: a textbook]. Ekaterinburg, Izd-vo UrFU, 2012. 166 p.
8. Ivanova Z. A. *Ryby stepnoj zony Altajskogo kraja* [Fishes of the steppe zone of the Altai Territory]. Barnaul, Altajs. knizh. izd-vo, 1962. 146 p.
9. Shapovalova O. N., Malyh K. M., Norinov E. G. Zavisimost' maksimal'nogo obhvata tela tihookeanskih lososej ot ih dliny [The dependence of the maximum body circumference of Pacific salmon on their length]. *Nauchnye trudy Dal'rybvтуza*, 2010, iss. 22, pp. 194–200.
10. Kirillova E. A. Vosproizvodstvo, biometricheskie harakteristiki gorbushi i vliyanie promysla na dinamiku ee podhodov v yuzhnoj chasti severo-vostochnogo poberezh'ya ostrova Sahalin v 2021 g. [Reproduction, biometric characteristics of pink salmon and the impact of fishing on the dynamics of its approaches in the southern part of the northeast coast of Sakhalin Island in 2021.]. *Trudy VNIRO*, 2023, vol. 193, pp. 40–55.

11. Strel'nikova A. P., Stolbunov I. A., Zhgareva N. N., Shlyapkin I. V. Razmerno-massovaya harakteristika i pitanie molodi obyknovennogo peskarya *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) v nekotoryh reках bassejna Verhnej i Srednej Volgi [Size and mass characteristics and nutrition of juvenile

common minnow *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758) in some rivers of the Upper and Middle Volga basin]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Rybnoe hozyajstvo*, 2016, no. 3, pp. 7-15.

Статья поступила в редакцию 15.03.2024; одобрена после рецензирования 05.11.2024; принята к публикации 09.12.2024
The article was submitted 15.03.2024; approved after reviewing 05.11.2024; accepted for publication 09.12.2024

Информация об авторе / Information about the author

Виктор Викторович Шумак – доктор сельскохозяйственных наук, доцент; профессор кафедры аквакультуры и дизайна экосреды; Полесский государственный университет; vshumak@yandex.ru

Viktor V. Shumak – Doctor of Agricultural Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Aquaculture and Eco-Environment Design; Polesky State University; vshumak@yandex.ru

